

Permodelan kerawanan tanah longsor di Kecamatan Ngargoyoso, Kabupaten Karanganyar

Landslide hazard modelling in Ngargoyoso District, Karanganyar Regency

M A Hartono¹, R P Utomo¹, dan N Miladan¹

¹Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

Corresponding author's email: mhdarf69@gmail.com

Abstrak. Kecamatan Ngargoyoso merupakan kecamatan dengan jumlah peristiwa kejadian tanah longsor terbanyak di Kabupaten Karanganyar. Dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Karanganyar 2011-2031, terdapat peta kerawanan tanah longsor yang digunakan sebagai dasar untuk melakukan tindakan penanganan kejadian bencana tanah longsor. Namun, peta kerawanan yang terdapat dalam RTRW terlihat mengelompok dan tidak menunjukkan kenampakan fisik alam yang beragam. Ketelitian peta tersebut kurang baik sebagai dasar mitigasi pra-bencana tanah longsor di Kecamatan Ngargoyoso. Penelitian ini bertujuan untuk membangun permodelan kerawanan bencana tanah longsor di Kecamatan Ngargoyoso, Kabupaten Karanganyar. Peneliti menggunakan permodelan yang dibangun menggunakan teknik overlay dari enam variabel, yaitu kemiringan lereng, jenis tanah, struktur batuan, lokasi patahan, curah hujan, dan tutupan vegetasi. Hasil dari permodelan ini membagi kerawanan menjadi tiga kategori, yakni kerawanan rendah, sedang dan tinggi. Kategori kerawanan rendah hanya mencakup 54,87 hektar, kerawanan sedang mendominasi dengan luasan 4236,62 hektar, dan kerawanan tinggi mencakup 1657,54 hektar. Kerawanan tinggi tersebar di bagian timur Kecamatan Ngargoyoso, sedangkan lokasi yang memiliki tingkat kerawanan sedang dan rendah tersebar di seluruh desa di Kecamatan Ngargoyoso. Terdapat perbedaan yang signifikan antara peta kerawanan dari dokumen RTRW dengan peta hasil dari permodelan. Lokasi kerawanan pada peta kerawanan RTRW terlihat mengelompok, sedangkan peta hasil permodelan memperlihatkan bahwa lokasi tingkat kerawanan tanah longsor tersebar dan disesuaikan dengan kondisi lapangan. Oleh karena itu, hasil dari permodelan dapat dianggap lebih detail dan mendekati realita.

Kata Kunci: Kecamatan Ngargoyoso; Kerawanan; Permodelan; Tanah longsor

Abstract. Ngargoyoso District is the district with the highest number of landslide events in Karanganyar Regency. In the Spatial Planning (Rencana Tata Ruang Wilayah, RTRW) Kabupaten Karanganyar 2011-2031, enclosed a landslide susceptibility map used as a basis for landslide treatment to prevent further disaster. However, the map appeared to be clustered without any distinctive natural features and the scale used is less accurate than the standard of pre-disaster mitigation map. This study aims to build a model of landslide hazard in Ngargoyoso District, Karanganyar Regency. Using a model that was built using an overlay technique of six variables, namely slope, soil type, rock structure, fault location, rainfall, and vegetation cover, the model resulted three categories, namely low, medium and high susceptibility. The low covers only 54.87 hectares; the moderate dominates with the area of 4236.62 hectares; and the high covers 1657.54 hectares. The high susceptibility area is scattered in the eastern part of Ngargoyoso District, while locations with medium and low levels are spread across Ngargoyoso District. There is a significant difference between the hazard map from the RTRW document and the resulting map from the modeling. The hazard locations on the RTRW hazard map appear to be clustered, while the map modeling results show that the locations of landslide susceptibility levels are spread out and conformed to it natural features. Therefore, the results of the modeling can be considered more detailed and better resemblance to real-life situation.

Keywords: Hazard; Landslide; Modelling; Ngargoyoso District

1. Pendahuluan

1.1. Latar belakang

Undang-Undang No. 24 tahun 2007 menyebutkan bahwa bencana merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam maupun non-alam [1]. Undang-undang ini diinisiasi oleh pemerintah pusat karena Indonesia merupakan negara yang terletak pada pertemuan lempeng tektonik (Lempeng Asia, Australia, Hindia, dan Pasifik) serta pada bagian selatan dan timur Indonesia terdapat sabuk vulkanik yang memanjang dari Pulau Sumatera-Jawa-Nusa Tenggara-Sulawesi yang sisinya berupa pegunungan vulkanik [2]. Kondisi ini mengakibatkan Indonesia rawan terhadap bencana alam seperti gunung berapi, gempa bumi, dan tanah longsor.

Kejadian bencana di Indonesia yang dihimpun dari Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) publikasi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), memperlihatkan bahwa Provinsi Jawa Tengah merupakan provinsi dengan kejadian bencana terbanyak sejak tahun 2015 hingga sekarang [3]. Mayoritas bencana alam yang terjadi merupakan bencana alam tanah longsor. Paimin, Sukresno, dan Pramono [4] serta Faizana, Nugraha, dan Yuwono [5] mengungkapkan bahwa faktor yang mempengaruhi kejadian bencana longsor diantaranya adalah kelas lereng, struktur batuan, jenis tanah, penggunaan lahan serta curah hujan harian.

Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kerawanan tanah longsor dapat disintesis menjadi enam faktor, yaitu kemiringan lereng, struktur geologi, jenis tanah, lokasi patahan, curah hujan dan tutupan vegetasi [4–10].

Salah satu kabupaten yang memiliki kejadian tanah longsor paling sering adalah Kabupaten Karanganyar. Data yang dihimpun oleh BNPB, menyebutkan bahwa Kabupaten Karanganyar hingga tahun 2018 mengalami kejadian tanah longsor dengan total 76 kejadian tanah longsor selama 10 tahun terakhir [11]. Kejadian tanah longsor di Kabupaten Karanganyar memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan bencana lain seperti puting beliung, banjir, kekeringan dan kebakaran lahan. Dari seluruh kejadian tanah longsor yang terjadi di Kabupaten Karanganyar dalam lima tahun terakhir, menurut data yang dihimpun dari catatan kebencanaan hingga tahun 2018 oleh BPBD Karanganyar dengan kejadian tanah longsor paling sering adalah Kecamatan Ngargoyoso.

Menurut UU No. 24 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana menyatakan bahwa pemerintah kabupaten bertanggungjawab dalam melakukan antisipasi dampak dari terjadinya bencana tanah longsor. Hal yang dilakukan yakni melakukan penyusunan dokumen perencanaan sebagai dasar acuan dalam melakukan pengembangan wilayah agar dapat mengantisipasi akibat dari kejadian bencana tanah longsor. Untuk melakukan kegiatan tersebut, peta kerawanan terhadap bencana harus memiliki tingkat kedetailan yang baik, hingga terlihat lokasi-lokasi yang memiliki kemungkinan terjadinya suatu bencana.

RTRW Kabupaten Karanganyar 2011-2031 merupakan dokumen perencanaan untuk Kabupaten Karanganyar yang masih berlaku hingga saat ini. Dalam dokumen perencanaan tersebut, terdapat langkah-langkah preventif dalam menghadapi terjadinya bencana tanah longsor. Untuk mendapatkan hal tersebut, menggunakan dasar peta kerawanan bencana sebagai dasar dalam pembuatannya. Namun demikian, peneliti melihat peta kerawanan bencana yang dihasilkan dari dokumen institusional tersebut memiliki tingkat ketelitian yang kurang baik. Hal ini terlihat dari lokasi-lokasi kerawanan yang mengelompok dan tidak tersebar. Padahal kecamatan Ngargoyoso merupakan kawasan yang memiliki tingkat kompleksitas sangat tinggi. Hal ini dapat diakibatkan oleh kesulitan dalam mengelola atau menganalisis wilayah yang kompleks tersebut, sehingga hasil peta kerawanan tanah longsor tidak terlihat detail dan mendekati realita di lapangan.

Permasalahan tersebut berpengaruh pada tindakan mitigasi bencana yang akan dilakukan dalam melakukan tindakan pra bencana longsor yang kemungkinan terjadi. Mitigasi merupakan serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Dalam mitigasi bencana longsor juga memerlukan faktor-faktor tertentu sebagai pertimbangan dalam melakukan mitigasi bencana.

Permodelan merupakan metode analisis data yang digunakan untuk menyederhanakan suatu proses untuk mendapatkan sebuah hasil. Permodelan memiliki kelebihan untuk mengelola wilayah yang kompleks sehingga bisa mendapat informasi secara detail tanpa melakukan

generalisasi data secara administratif untuk melakukan perhitungan risiko [12,13]. Selain itu, permodelan dapat dilakukan untuk menentukan hasil dengan tahun dan lokasi yang berbeda. Dalam konteks spasial, permodelan yang digunakan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG secara umum dapat didefinisikan sebagai sistem berbasis komputer yang berguna untuk melakukan kegiatan menyimpan, memanipulasi, dan menganalisis data berupa informasi geografis [14].

Pada kasus ini, permodelan diperlukan untuk mendapatkan lokasi kerawanan bencana tanah longsor secara spesifik. Untuk memudahkan melakukan analisis kerawanan tanah longsor di Kecamatan Ngargoyoso yang memiliki wilayah yang kompleks, digunakan permodelan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Perhitungan menggunakan permodelan memudahkan analisis kawasan tanpa terkendala oleh kekompleksan suatu kawasan. Hal ini sangat menguntungkan bagi pembuat kebijakan dalam menentukan lokasi mana saja yang dapat dijadikan prioritas antisipasi dan penanganan bencana tanah longsor. Sehingga untuk memudahkan dalam mendapatkan lokasi kerawanan yang lebih baik, perlu dibangun permodelan kerawanan bencana tanah longsor di Kecamatan Ngargoyoso [15].

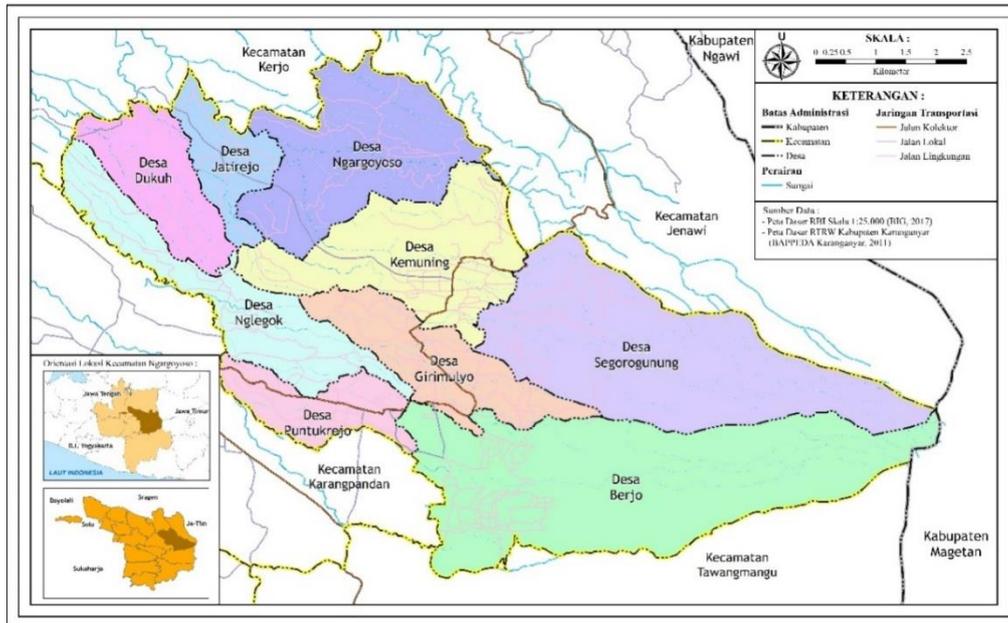
1.2. Tujuan dan sasaran

Penelitian ini bertujuan untuk membangun permodelan kerawanan bencana tanah longsor di Kecamatan Ngargoyoso, Kabupaten Karanganyar. Hasil dari model yang telah dibangun diharapkan bisa digunakan sebagai acuan dalam pembuatan kebijakan terkait tanah longsor. Sasaran yang dilakukan untuk mendapatkan tujuan tersebut yakni menentukan variabel dalam menentukan kerawanan tanah longsor. Selanjutnya, variabel-variabel tersebut dimasukkan dalam sebuah sistem model yang digunakan dalam melakukan proses analisis. Hasil dari permodelan kerawanan yang telah dibuat, dibandingkan dengan peta kerawanan tanah longsor dari dokumen institusional yang digunakan sebagai acuan pengambilan kebijakan.

1.3. Ruang lingkup penelitian

Dalam menjelaskan permasalahan yang akan dibahas di dalam penelitian, maka ruang lingkup dalam penelitian ini, antara lain:

- a) Ruang lingkup wilayah dalam penelitian ini adalah Kecamatan Ngargoyoso, Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah (lihat Gambar 1). Wilayah ini juga digunakan sebagai populasi dalam penelitian ini.
- b) Batas substansi yang dibahas dalam penelitian ini yakni permodelan dan faktor-faktor yang mempengaruhi kerawanan tanah longsor.
- c) Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data tahun terbaru untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi saat ini.



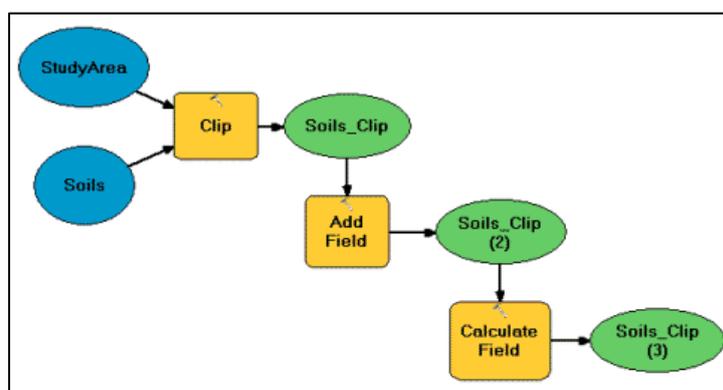
Gambar 1. Peta administrasi Kecamatan Ngargoyoso [15].

2. Metode

2.1. Permodelan

Dalam penelitian ini, model ini memiliki fungsi untuk mendapatkan hasil analisis dengan menyatukan beberapa proses analisis dalam satu bagan alir. Setiap bagan, memiliki fungsi analisis untuk mengolah masukan data. Dalam membuat permodelan kerawanan hal yang diperlukan adalah data spasial yang telah diubah menjadi data dengan tipe raster.

Untuk mengetahui lokasi kerawanan tanah longsor, dilakukan penyusunan variabel sebagai dasar dalam penghitungan identifikasi kerawanan. Variabel tersebut menjadi data masukan untuk perhitungan model kerawanan tanah longsor. Pengembangan model spasial untuk kali ini menggunakan model builder sebagai program tambahan yang disediakan oleh ArcGIS (Gambar 2).



Gambar 2. Contoh model builder pada ArcGIS.

2.2. Indikator Kerawanan Tanah Longsor

Variabel kerawanan terdiri dari kemiringan lereng, struktur batuan, jenis tanah, lokasi sesar, curah hujan, dan tutupan vegetasi lahan. Masing-masing variabel memiliki bobot yang berbeda, dan dalam tiap variabel terdiri dari indikator yang masing-masing memiliki nilai atau skor yang digunakan untuk melakukan analisis. Penjelasan mengenai operasional variabel untuk identifikasi kerawanan bencana tanah longsor dapat dilihat dalam tabel berikut.

2.1.1. Kemiringan lereng. Kemiringan lereng merupakan faktor utama yang mempengaruhi kerawanan terhadap bencana longsor tanah. Semakin besar kemiringan lereng, semakin besar juga bahaya longsor yang kemungkinan akan terjadi. Sehingga memiliki bobot faktor paling besar yakni sebesar 6. Klasifikasi pembobotan dan skor variabel kemiringan lereng dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi pembobotan variabel kemiringan lereng [8].

Variabel	Bobot	Indikator	Skor
Tingkat Kemiringan Lereng	6	0-15 %	1
		15-30 %	2
		30-50 %	3
		50-70 %	4
		>70 %	5

2.1.2. Struktur batuan. Faktor struktur batuan merupakan faktor yang mempengaruhi tinggi atau rendahnya kekuatan batuan di bawah permukaan. Apabila memiliki struktur batuan yang renggang dan rentan bergerak, maka kerawanan terhadap bencana tanah longsor akan tinggi. Dalam perhitungan kerawanan tanah longsor, faktor struktur batuan memiliki pengaruh cukup tinggi, dan diberikan bobot sebesar 4. Klasifikasi pembobotan dan skor variabel struktur batuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi pembobotan variabel struktur batuan [10].

Variabel	Bobot	Indikator	Skor
Jenis Struktur Batuan	4	Endapan	1
		Intrusi	2
		Sedimen	4
		Vulkanik	5

2.1.3. Jenis tanah. Jenis tanah memiliki pengaruh terhadap stabilitas tanah walaupun tidak lebih tinggi pengaruhnya daripada jenis batuan. Pada tanah yang memiliki struktur padat, akan memiliki kestabilan tanah yang lebih tinggi sehingga memiliki tingkat bahaya yang lebih kecil dari tanah yang memiliki struktur yang halus. Dalam perhitungan kerawanan tanah longsor, faktor jenis tanah memiliki pengaruh tidak terlalu tinggi, dan diberikan bobot sebesar 2. Klasifikasi pembobotan dan skor variabel jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi pembobotan variabel jenis tanah [10].

Variabel	Bobot	Indikator	Skor
Jenis Tanah	2	Aluvial	1
		Latosol	2
		Mediterranean	3
		Andosol, grumosol	4
		Regosol	5

2.1.4. Lokasi patahan. Sesar atau patahan merupakan sambungan antar lempeng atau formasi batuan. Keberadaan sesar mempengaruhi pergerakan tanah di permukaan bumi. Pengaruh sesar dalam kejadian tanah longsor di Kecamatan Ngargoyoso tidak terlalu tinggi. Hal ini diakibatkan lokasi Kecamatan Ngargoyoso yang terletak jauh dari pusat gempa, sehingga keberadaan sesar tidak terlalu berpengaruh dalam kejadian tanah longsor. Klasifikasi pembobotan dan skor variabel lokasi patahan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi pembobotan variabel lokasi patahan [7].

Variabel	Bobot	Indikator	Skor
Jarak dari lokasi patahan	1	>400 m	1
		300-400 m	2
		200-300 m	3
		100-200 m	4
		<100 m	5

2.1.5. Curah hujan. Hujan yang turun akan memberikan air untuk masuk ke dalam tanah dan bisa memberikan gaya dorong terhadap tebing untuk memicu terjadinya tanah longsor. Kenampakan fisik alam Kecamatan Ngargoyoso yang kompleks dan memiliki kemiringan lereng yang bervariasi membuat pengaruh air hujan menjadi cukup tinggi. Maka dari itu, pembobotan pengaruh curah hujan dalam kejadian tanah longsor di Kecamatan Ngargoyoso cukup tinggi dengan skor 4. Klasifikasi pembobotan dan skor variabel curah hujan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi pembobotan variabel curah hujan [9].

Variabel	Bobot	Indikator	Skor
Jumlah curah hujan tahunan	4	<2000 mm	1
		2000-3000 mm	3
		>3000 mm	5

2.1.6. Tutupan vegetasi. Tutupan vegetasi pada suatu lahan akan mempengaruhi stabilitas tanah. Vegetasi lahan yang memiliki pengakaran tidak terlalu kuat berakibat pada tingginya potensi bencana tanah longsor. Selain itu, pengakaran juga memiliki pengaruh yang sama karena terkait dengan kemampuan dalam menahan gerak tanah. Klasifikasi pembobotan dan skor variabel curah hujan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi pembobotan variabel tutupan vegetasi [16].

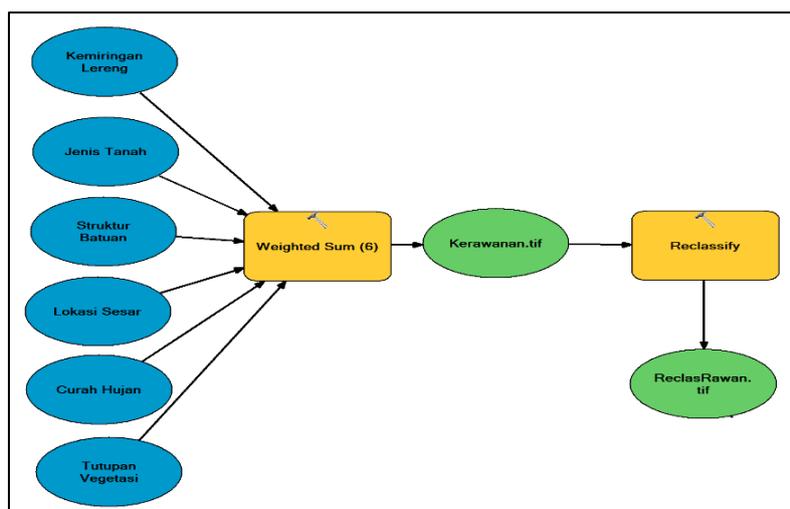
Variabel	Bobot	Indikator	Skor
Tutupan vegetasi	3	Vegetasi Tahunan	1
		Vegetasi Setahun	3
		Non-vegetasi	5

2.1.7. *Identifikasi kawasan.* Setelah melakukan analisis overlay data untuk mendapatkan total skor kerawanan, selanjutnya total skor tersebut diklasifikasikan untuk mendapatkan kelas tingkat kerawanan. Pengklasifikasian kelas tingkat kerawanan tanah longsor berdasarkan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana [17] dilakukan dengan menentukan interval antar kelas sebagai total skor maksimal dikurangi total skor minimal dibagi jumlah klasifikasi yang diinginkan. Hasil dari klasifikasi tingkat kerawanan tanah longsor dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi tingkat kerawanan.

Rentang nilai total skor kerawanan	Kelas Tingkat kerawanan
20-47	Sangat rendah
48-74	Rendah
75-100	Sedang

Proses analisis kerawanan dilakukan dengan overlay pada masing masing variabel, dengan pembobotan dan skoring pada masing-masing variabel. Pembobotan dilakukan dalam tool *weighted sum* dengan memasukan besar bobot pada *field weight*. Pembobotan ini dilakukan untuk menunjukkan pengaruh masing-masing variabel dalam tingkat kerawanan bencana tanah longsor. Permodelan kerawanan tanah longsor dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Permodelan kerawanan tanah longsor.

3. Hasil penelitian dan pembahasan

3.1. Analisis model kawasan

Analisis model kerawanan dilakukan untuk mengetahui tingkat kerawanan bencana tanah longsor yang mungkin akan terjadi. Dalam analisis kerawanan bencana tanah longsor di kecamatan Ngargoyoso, diidentifikasi berdasarkan enam variabel. Yakni kemiringan lereng, jenis tanah, struktur batuan, jarak dari lokasi patahan, curah hujan dan tutupan vegetasi. Dari hasil analisis, dapat diketahui total nilai pada setiap lokasi dan diketahui tingkat kerawanan bencana tanah longsor Kecamatan Ngargoyoso. Sehingga dapat diketahui luas serta lokasi masing-masing tingkat kerawanan yang sudah ditentukan. Lokasi dari hasil analisis kerawanan tanah longsor yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.

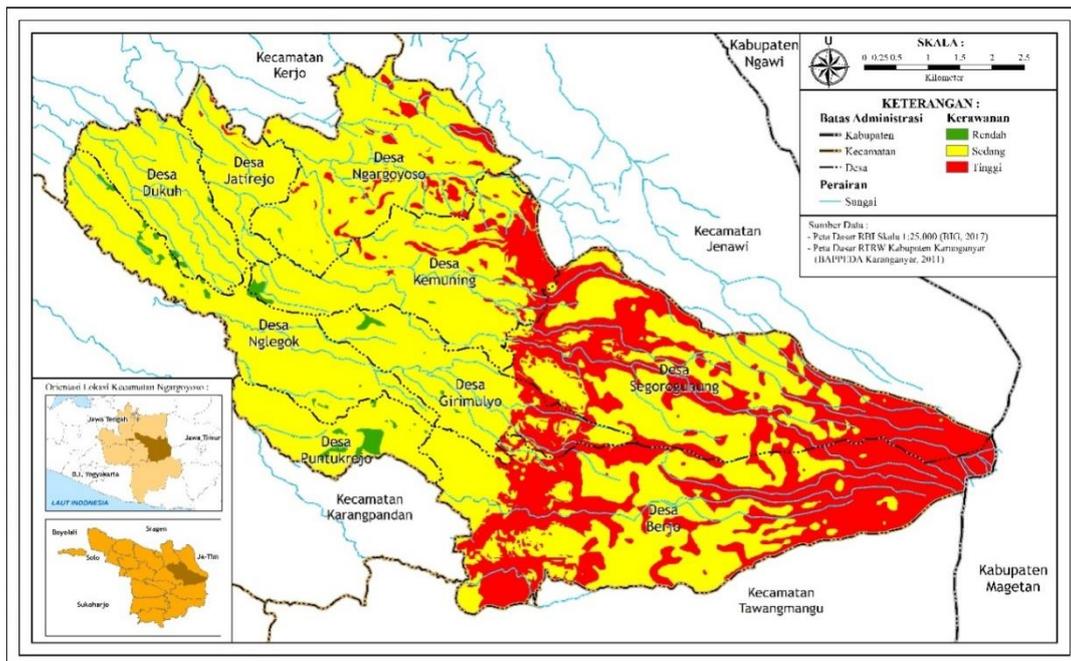
Tabel 8. Luas kawasan rawan di Kecamatan Ngargoyoso.

Tingkat Kerawanan	Luas (Ha)	Persentase
Rendah	54.87	0.91
Sedang	4236.62	71.24
Tinggi	1657.54	27.85
Total	5949.03	100

Berdasarkan Tabel 8, Kecamatan Ngargoyoso didominasi oleh tingkat kerawanan sedang yaitu 71,24 % atau 4236.62 Ha dari total luas kecamatan Ngargoyoso. Berdasarkan peta tingkat kerawanan bencana tanah longsor dalam gambar 4 dapat dilihat bahwa daerah-daerah dengan tingkat kerawanan tinggi didominasi oleh desa-desa yang terdapat di sebelah timur-utara yakni Desa Kemuning, Segorogunung, Berjo, dan Ngargoyoso. Daerah dengan kerawanan sedang tersebar di seluruh Kecamatan dengan mayoritas lokasi berada di sebelah barat dan memiliki luas kawasan sebesar 4236,62 hektar atau sebesar 71,24% dari luas total kecamatan. Sedangkan kerawanan rendah hanya terdapat di beberapa titik lokasi dengan luas hanya 54,87 hektar atau sebesar 0,91% dari total luas seluruh Kecamatan Ngargoyoso. Lokasi kerawanan rendah tersebar dengan porsi kecil di beberapa desa sebelah barat-selatan. Diantaranya adalah Desa Puntukrejo, Girimulyo, Dukuh, dan Nglegok.

Desa dengan tingkat kerawanan tinggi tersebar dengan porsi luasan yang cukup besar di Desa Berjo dan Segorogunung. Kedua desa ini terletak di bagian paling timur dari Kecamatan Ngargoyoso yang merupakan bagian dari kaki Gunung Lawu. Karena memiliki tipe morfologi pegunungan, tingkat kemiringan lereng berada pada mayoritas kemiringan diatas 30 %. Selain Desa Berjo dan Segorogunung, tingkat kerawanan tinggi juga tersebar di desa lain dengan porsi luasan dibawah 20 % dari masing-masing luas desa. Tingginya intensitas pemanfaatan lahan pada area dengan kerawanan tinggi merupakan salah satu aspek pemicu terjadinya tanah longsor. Sehingga dalam aspek mitigasi kebencanaan tanah longsor, kawasan dengan kerawanan tinggi merupakan kawasan yang memerlukan pembatasan jenis aktivitas serta penggunaan lahan [18]. Meskipun mayoritas lokasi kerawanan tinggi bukan merupakan kegiatan permukiman penduduk, namun tentu akan memberikan dampak secara tidak langsung bagi kehidupan penduduk.

Lokasi dengan tingkat kerawanan sedang mendominasi di seluruh Kecamatan Ngargoyoso, memperlihatkan bahwa kejadian tanah longsor mendatang dapat terjadi dimana saja di seluruh Kecamatan Ngargoyoso. Oleh karena itu, pemerintah daerah perlu melakukan tindakan antisipasi untuk memperkecil dampak dari kejadian tanah longsor yang mungkin akan terjadi.

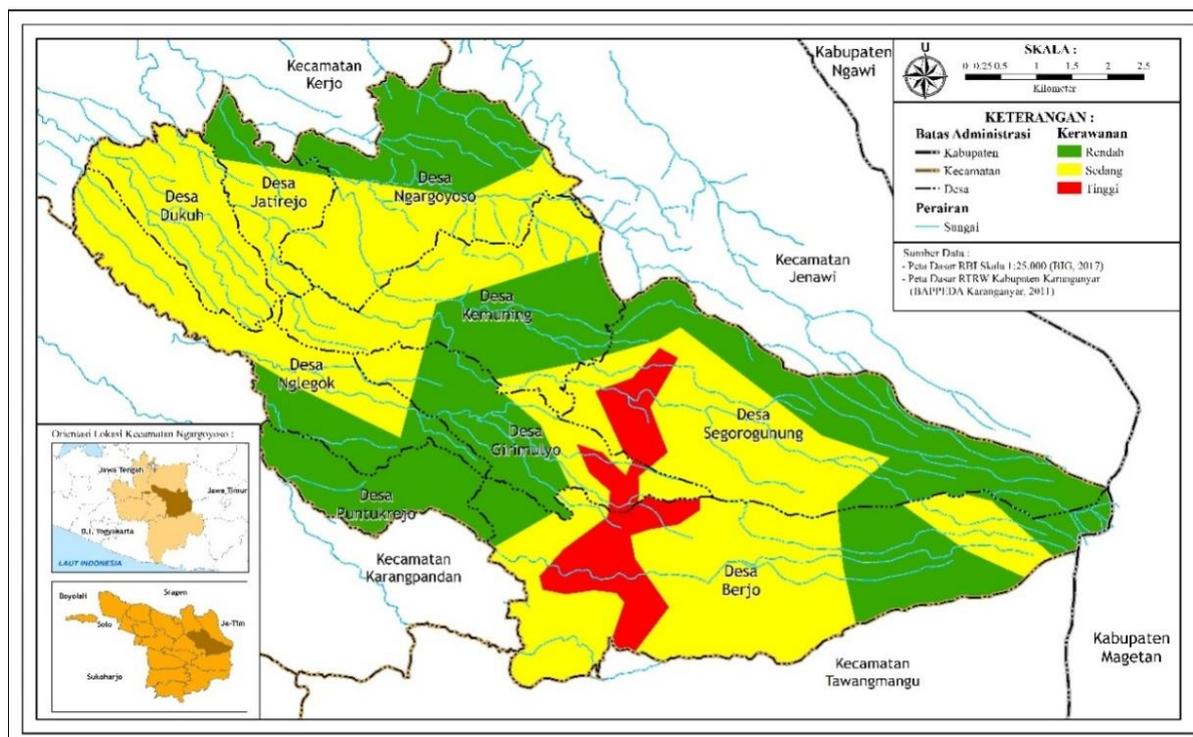


Gambar 4. Peta kerawanan tanah longsor Kecamatan Ngargoyoso.

3.2. Perbandingan dengan peta kerawanan tanah longsor dalam RTRW

Terdapat perbedaan yang signifikan antara kerawanan hasil dari permodelan dengan peta yang digunakan dalam penyusunan RTRW. Peta kerawanan tanah longsor dalam RTRW dapat dilihat dalam Gambar 5.

Dari Gambar 5, dapat diketahui bahwa peta kerawanan tanah longsor yang digunakan dalam penyusunan RTRW Kabupaten Karanganyar tidak memperlihatkan detail yang cukup baik walaupun tidak melakukan analisis berdasarkan batasan administratif. Lokasi kerawanan tanah longsor yang terdapat pada peta tersebut terlihat mengelompok dan tidak tersebar. Dibandingkan dengan peta kerawanan tanah longsor hasil permodelan (gambar 4), dapat diperhatikan bahwa lokasi nya menyebar dengan tingkat ketelitian lokasi yang lebih detail. Perbandingan hasil masing-masing peta dapat dijelaskan pada Tabel 9.



Gambar 5. Peta kerawanan tanah longsor dalam RTRW Kabupaten Karanganyar 2011-2031 [15].

Tabel 9. Perbandingan kerawanan tanah longsor peta RTRW dengan hasil permodelan.

Desa	Luas Kerawanan Peta Hasil Permodelan (dalam Hektar)			Luas Kerawanan Peta Dokumen RTRW (dalam Hektar)		
	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
Berjo	0.17	715.02	792.75	380.61	936.89	191.42
Dukuh	4.19	348.43	0	0	352.85	0
Girmulyo	5.72	356.08	70.82	233.7	156.92	41.99
Jatirejo	0.14	231.73	2.53	69.64	164.97	0
Kemuning	7.01	585.34	112.77	310.36	394.79	0
Nargoyoso	0.85	660.75	65.18	339.32	388.13	0
Nglegok	14.77	520.88	0	172.91	363.34	0
Puntukrejo	21.22	246.35	0	268.07	0	0
Segorogunung	0	571.04	611.62	564.08	525.55	93.49
Total Luas	54.87	4236.62	1657.54	2338.69	3283.44	326.9
Persentase	0.91	71.24	27.85	39.31	55.19	5.5

Dari Tabel 9, dapat diketahui perbedaan yang cukup signifikan. Hasil kerawanan tanah longsor dari Peta Dokumen RTRW menyatakan bahwa luasan kerawanan tanah longsor didominasi oleh kerawanan rendah hingga sedang. Sementara luas kerawanan yang diperlihatkan oleh

peta hasil permodelan menyatakan bahwa tingkat kerawanan rendah hanya sebesar 0,91 % dari seluruh Kecamatan. Hasil permodelan menyatakan bahwa hampir seluruh Kecamatan Ngargoyoso merupakan kecamatan dengan tingkat kerawanan sedang hingga tinggi.

3.3. Pembahasan

Perbedaan luasan serta lokasi tingkat kerawanan tanah longsor pada peta kerawanan hasil permodelan dengan peta kerawanan dalam dokumen RTRW terlihat sangat signifikan. Peta kerawanan hasil dari permodelan menunjukkan bahwa Kecamatan Ngargoyoso memiliki ancaman bahaya tanah longsor pada seluruh lokasi di Kecamatan Ngargoyoso. Sedangkan jika melihat dari peta kerawanan RTRW, bahaya tanah longsor di Kecamatan Ngargoyoso berada pada kisaran luasan sebesar 60%. Perbedaan tersebut dapat diakibatkan oleh beberapa hal, yakni penggunaan data yang kurang detail atau perbedaan dalam melakukan proses analisis.

Penggunaan data yang kurang detail dapat dilihat pada peta kerawanan dokumen RTRW yang tidak tersebar dan cenderung mengelompok. Kecamatan Ngargoyoso merupakan kecamatan yang memiliki keragaman kenampakan fisik alam, sehingga tingkat kerawanan tanah longsor yang dihasilkan seharusnya menampilkan lokasi-lokasi yang tersebar, untuk memperlihatkan bahwa data yang digunakan tidak digeneralisasi untuk kemudahan dalam melakukan analisis keruangan. Kemungkinan hal ini terjadi akibat proses analisis yang dilakukan menggunakan data dengan skala peta kecil.

Perbedaan langkah yang dilakukan saat proses analisis juga merupakan sebuah kemungkinan yang menghasilkan peta kerawanan tanah longsor yang berbeda. Perbedaan luas yang signifikan antara peta hasil permodelan dengan peta dokumen RTRW, diakibatkan oleh perbedaan data masukan yang digunakan dan bobot pada masing-masing variabel. Dalam permodelan yang dibangun, terdapat enam variabel dengan pembobotan masing-masing variabel disesuaikan dengan karakteristik fisik alam yang terdapat wilayah Ngargoyoso. Di sisi lain, data masukan dan pembobotan variabel yang digunakan untuk mendapatkan peta kerawanan dalam dokumen RTRW sudah pasti berbeda dengan permodelan yang dilakukan. Dengan dilihat dari hasil yang didapatkan, penentuan data masukan serta proses analisis yang dilakukan untuk mendapatkan peta kerawanan dalam dokumen RTRW tidak lebih baik dari apa yang dilakukan dalam permodelan yang telah dibangun oleh peneliti.

Perbedaan hasil yang berbeda tersebut dapat diinterpretasikan bahwa peta kerawanan tanah longsor hasil permodelan lebih terlihat tersebar dan mendekati realita yang ada di lapangan daripada peta kerawanan yang terdapat pada dokumen RTRW. Oleh karena itu, permodelan yang dibuat dapat digunakan untuk melakukan pembuatan peta sejenis di tempat lain untuk mendapatkan hasil yang lebih detail dan mendekati realita yang ada di lapangan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berfokus pada pembuatan model (permodelan) kerawanan bencana tanah longsor dengan menggunakan enam variabel diantaranya kemiringan lereng, jenis tanah, struktur batuan, jarak dan lokasi patahan, curah hujan, serta tutupan vegetasi. Permodelan ini memungkinkan untuk melakukan penyederhanaan data maupun proses analisis untuk

merepresentasikan tingkat kerawanan bencana tanah longsor dengan output berupa tabel luasan serta lokasi masing-masing tingkat kerawanan melalui peta kerawanan bencana tanah longsor.

Berdasarkan aplikasi pemodelan dengan lokus penelitian di Kecamatan Ngargoyoso Kabupaten Karanganyar, diketahui tingkat kerawanan tanah longsor berada pada tingkat sedang hingga tinggi. Sehingga untuk sebagian besar wilayah Kecamatan Ngargoyoso perlu dibatasi intensitas kegiatan yang dapat memicu terjadinya tanah longsor. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya bencana tanah longsor yang dapat berpengaruh terhadap kegiatan penduduk.

Perbedaan data hasil analisis yang cukup signifikan dengan data yang disajikan dalam RTRW Kabupaten Karanganyar baik dalam luasan maupun sebaran lokasi tingkat kerawanan bencana tanah longsor (Tabel 9). Meskipun tidak dipungkiri bahwa dalam setiap analisis, terdapat metode atau pendekatan serta teknik analisis yang belum tentu sama. Namun, data dan peta yang dihasilkan dari aplikasi pemodelan menunjukkan tingkat akurasi yang lebih mendekati kondisi riil di lapangan.

Model yang telah dibangun masih dapat dikembangkan untuk kebutuhan kegiatan perencanaan selanjutnya. Walaupun hasil yang didapat dari permodelan ini dapat dianggap baik dan dapat dipercaya, perlu ada pembahasan lebih lanjut mengenai skor dan bobot untuk penggunaan model di tempat dan waktu yang berbeda. Dengan semakin dikembangkannya model kerawanan tanah longsor ini, diharapkan penentuan lokasi kerawanan tanah longsor menjadi lebih mudah dan dapat digunakan oleh pemerintah sebagai dasar dalam pengambilan keputusan untuk setiap tindakan mitigasi bencana tanah longsor.

Referensi

- [1] Pemerintah Republik Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana 2007.
- [2] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Gempa Bumi. BMKG Denpasar 2017.
- [3] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Data Informasi Bencana Indonesia 2022.
- [4] Paimin, Sukresno, Pramono IB. Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor. Balikpapan: Tropenbos International Indonesia Programme; 2009.
- [5] Faizana F, Nugraha A, Yuwono B. Pemetaan Risiko Bencana Tanah Longsor Kota Semarang. *J Geod Undip* 2015;4:223–34.
- [6] Nursa'ban M. Identifikasi Kerentanan dan Sebaran Longsor Lahan sebagai Upaya Mitigasi Bencana di Kecamatan Bener Kabupaten Purworejo. *J Geogr* 2010;10.
- [7] Freski YR, Pramumijoyo S, Harijoko A. Studi Morfologi Puncak Gunung Api Lawu Muda: Pendekatan Prediksi Kronologi Erupsi di Masa Depan. Yogyakarta: 2017.
- [8] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. RBI: Resiko Bencana Indonesia. 2016.
- [9] Robert KJ. Tata Ruang Air. Yogyakarta: Penerbit Andi; 2010.
- [10] Noor D. Pengantar Mitigasi Bencana Geologi. Yogyakarta: DeePublish; 2014.
- [11] Pemerintah Kabupaten Karanganyar. Infografis Laporan Kejadian Bencana Kabupaten Karanganyar 2019.

- [12] Jumadi, Priyono. Pemodelan Spatial Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Web untuk Pengelolaan Wilayah yang Terintegrasi dengan Kebijakan Pemerintah. *Semin Nas Penginderaan Jauh Dan Sist Inf Geogr* 2010:19–30.
- [13] Prahasta E. *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: Informatika; 2002.
- [14] Puturuhi F. *Mitigasi Bencana dan Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2015.
- [15] Pemerintah Kabupaten Karanganyar. *Peraturan Daerah Kabupaten Karanganyar Nomor 1 Tahun 2013 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Karanganyar Tahun 2013-2032* 2013.
- [16] Ritohardoyo S, Sadali I. Kesesuaian Keberadaan Rumah Tidak Layak Huni (RTLH) terhadap Tata Ruang Wilayah di Kota Yogyakarta. *Tata Loka* 2017;19:291–305. <https://doi.org/10.14710/tataloka.19.4.291-305>.
- [17] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana* 2012.
- [18] Ramli S. *Manajemen Kebakaran*. Jakarta: Dian Rakyat; 2010.